

БУДІВНИЦТВО

УДК 625.7/8

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.3.2/38>

Аринушкіна Н.С.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Костін Д.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грищенко Т.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аринушкіна О.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗАСТОСУВАННЯ БІТУМНИХ ЕМУЛЬСІЙ ПРИ ВИКОНАННІ СУЧАСНИХ РЕМОНТНИХ РОБІТ НА АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТЯХ

У статті розглянуто питання застосування бітумних емульсій при виконанні різних видів ремонтних робіт на асфальтобетонних покриттях.

За останнє десятиліття істотно зросла інтенсивність руху і вантажонапруженість за рахунок збільшення в складі руху великовантажних автомобілів, автомобільних потягів і автобусів. Це є головним чинником, який призводить до збільшення площі руйнувань і деформацій на дорожньому покритті.

Асфальтобетонні покриття мають ряд позитивних властивостей і високих транспортно-експлуатаційних показників: повільне зношення під дією важких транспортних засобів, порівняно висока міцність і стійкість до впливу кліматичних факторів і води, гігієнічність, легкість ремонту з можливістю повторного використання матеріалу. Основними недоліками покриттів із асфальтобетону є: деформація під дією навантажень, висока температура при виконанні технологічних операцій, залежність властивостей покриття від температури повітря, знижена зсувостійкість, тощо. В процесі експлуатації асфальтобетонні покриття часто деформуються, на них з'являються хвилі, напливи і тріщини, які зменшують їх довговічність.

Результати обстеження технічного стану асфальтобетонних покриттів показали, що фактичні площі руйнувань майже в 1,5 рази вище теоретичних. Також необхідно відзначити суттєвий вплив якості технології виконання ремонтних робіт на інтенсивність руйнувань дорожніх покриттів. Досвід показує, що відносна площа руйнувань відремонтованих покриттів у 10–15 разів більша середньої відносної площі руйнування нових асфальтобетонних покриттів.

Сучасні умови експлуатації асфальтобетонних покриттів значною мірою визначаються двома напрямками: перший – полягає в збільшенні вантажопід'ємності автомобілів, зростанні питомої ваги важких вантажних автомобілів у транспортному потоці і можливості руху надважких транспортних засобів, другий – пов'язаний із зростанням інтенсивності руху, що призводить до збільшення числа повторних навантажень, які сприяють зниженню термінів служби покриття.

При виконанні ремонтних робіт часто використовують катіонні бітумні емульсії, які забезпечують достатню адгезію в'язучого до поверхні мінеральних кам'яних матеріалів кислої та основної природи [1].

Стаття присвячена застосуванню бітумних емульсій при виконанні ремонтних робіт, які мають ряд переваг в порівнянні з використанням у відповідних технологіях традиційних дорожніх бітумів.

Ключові слова: бітумна емульсія, асфальтобетонне покриття, литі емульсійно-мінеральні суміші, поверхнева обробка, ремонтні роботи.

Постановка проблеми. В сучасних умовах є актуальним застосування технологій з використанням бітумних емульсій при виконанні ремонтних робіт литими емульсійно-мінеральними сумішами та поверхневих обробок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями застосування сучасних емульсійних технологій на автомобільних дорогах займалися вчені І. П. Гамеляк, В. К. Жданюк, В. В. Мозговий, А. М. Онищенко, Ю. В. Сідун, С. Й. Солодкий, В. Я. Новаковська, А. Фридрихсберг, Ф. Шерман, А. Джеймс, В. Екман, Г. Холлеран, Д. Лезуер. Вони відображені в роботах [1–4, 6–8].

Постановка завдання. В умовах обмеженого фінансування, стан асфальтобетонного покриття автомобільних доріг суттєво погіршується. Особливо це відображається на ділянках автомобільних доріг, строк служби яких, вже перевищує нормативний (рис. 1).

Для забезпечення безпечного руху автомобільного транспорту з заданими швидкостями та навантаженнями виконуються роботи з ліквідації ямковості. Загальний вигляд таких ділянок наведено на рис. 2.

Для забезпечення подальшої працездатності таких покриттів найкращим рішенням може бути влаштування захисних шарів зносу. Це рішення забезпечить продовження терміну служби старого покриття в умовах обмеженого фінансування, за рахунок усунення дефектів, що залишаються після проведення ямкового ремонту. Крім того, покращується рівність та підвищуються зчіпні властивості колеса автомобіля з покриттям, а також естетичний вигляд покриття в цілому.

Для влаштування захисних шарів зносу способом поверхневої обробки, для приготування емульсійно-мінеральних сумішей типу «Сларрі Сіл», холодного асфальтобетону, тощо, застосовують катіонні модифіковані та не модифіковані бітумні емульсії в якості в'язучого. Використовувані перераховані технології є менш матеріалоємні та більш дешеві в порівнянні з вартістю ремонтних робіт, з укладанням шарів з гарячих асфальтобетонних сумішей, що особливо є актуальним під час війни.

Виклад основного матеріалу. Бітумні емульсії дозволяють виконувати роботи з вологими кам'яними матеріалами, здійснювати будівництво та ремонт дорожніх покриттів при відносно низькій позитивній температурі (до плюс 10 °С), економити до 20–30 % бітуму та збільшувати адгезію з щебенем.

Використання катіонних бітумних емульсій при будівництві і ремонті дорожніх покриттів

має ряд переваг в порівнянні з використанням у відповідних технологіях традиційних дорожніх бітумів: якісне зчеплення з основою, легкий розподіл по поверхні, можливість розподілу бітумної емульсії на зволожену поверхню, нижчу енергоємність, можливість застосування бітумної емульсії при температурах від плюс 30 °С до плюс 70 °С.

До недоліків відносять: вимивання водою до її повного розпаду, повільне формування шару зносу, незначний термін зберігання немодифікованої емульсії (до 30 діб від моменту її виготовлення при температурі не нижче плюс 5 °С).

Полімерно-бітумні емульсії мають: більшу адгезію, менш чутливі до кліматичних умов і перепадів температур, низький вміст пластифікаторів,



Рис. 1. Загальний вигляд ділянки дороги після закінчення зимового періоду



Рис. 2. Загальний вигляд ділянки дороги після проведення ямкового ремонту



Рис. 3. Ремонт дороги Н-03 Житомир –Чернівці за технологією «Сларрі-Сіл»

краще змочування поверхні кам'яного матеріалу й більш рівномірний розподіл в'язучого.

Однією з сучасних на сьогоднішній час технологій, яка дозволяє вирішити проблеми довговічності покриття шляхом захисту верхніх шарів дорожнього одягу і відновлення їх транспортно-експлуатаційних показників, є влаштування шарів зносу з литих емульсійно-мінеральних сумішей.

Лита емульсійно-мінеральна суміш складається з бітумної емульсії, кам'яного матеріалу з визначеним гранулометричним складом, води та спеціальних добавок. Система «Сларрі» складається з трьох типів сумішей – «Сларрі Сіл», «Кейп Сіл» та «Мікросюрфейсінг». Суміш виготовляється холодним способом і має ряд переваг, які відносяться до підбору рецептури суміші і методу її влаштування.

Для цих сумішей застосовують катіонні бітумні емульсії та модифіковані бітумні емульсії.

Основними перевагами литих емульсійно-мінеральних сумішей є: утворення щільної однорідної суміші, холодна технологія приготування, використання вологого матеріалу і зволоженого покриття, герметизація волосяних і середніх тріщин без підготовки, усунення колійності, покращення рівності, та шорсткості покриття, низька «шумність» покриття, можливість влаштування покриттів при більш низьких температурах та висока їх водонепроникність.

До недоліків литих емульсійно-мінеральних сумішей відноситься: більш висока вартість за рахунок використання більш якісних вихідних матеріалів, чутливість технології до зовнішніх факторів, довготривалий строк обмеження руху по свіжеукладеному шару [6; 7].

Тонкий шар покриття «Сларрі Сіл», товщиною приблизно від 1 до 1,5 розміру щебеню максимального розміру, використовується для відновлення дорожнього покриття. В'язуче може бути як звичайним, так і полімермодифікованим. В модифікованих бітумних емульсіях в якості модифікатору використовують латекс, функція якого полягає в тому, щоб сприяти швидкому набору міцності, збільшенню еластичності і температури розм'якшення в'язучого, отриманню більш зносостійкого покриття з кращим опором до впливу автомобільного руху і до появи тріщин. Емульсійні системи можуть бути як повільнорозпадними, так і швидко розпадними. Рух по покриттю можна відновлювати через 1–4 години [5].

Високі експлуатаційні якості покриттів з емульсійно-мінеральних сумішей, які виготовляються безпосередньо на місці укладання, досягаються при дотриманні всіх технологічних вимог та схоплювання цих сумішей відповідно до природно-кліматичних умов [9].

«Сларрі Сіл» використовують для: герметизації міцного, але вже окисленого покриття, відновлення текстури покриття і його зчипних якостей, відновлення зношеного верхнього шару і запобігання подальшого виносу кам'яного матеріалу, зниження шуму від тертя коліс по крупному щебеню поверхневої обробки – «Кейп Сіл», місць, де неможливе влаштування більш товстих шарів за рахунок обмежень, які пов'язані з колодязями і бордюрним каменем, заливки невеликих тріщин на поверхні покриття, покращення транспортно-експлуатаційних показників дороги [8].

«Мікросюрфейсінг» – це різновид емульсійно-мінеральної суміші типу «Сларрі Сіл», який дозволяє проводити укладання суміші більш товстим шаром і у декілька шарів, з більш високими вимогами до якості кам'яного матеріалу. Ця технологія може застосовуватись як для виправлення незначних деформацій, так і для ліквідації колійності. Модифікування полімером в'язучого дозволяє використовувати кам'яний матеріал більш крупних фракцій без ризику його винесення, а більш висока когезія означає, що більш товсті шари можуть витримувати навантаження не деформуючись. Можливе влаштування шарів товщиною 50–75 мм. Такі матеріали виготовляються з додаванням спеціальних емульгаторів, для того, щоб збільшити когезію і пришвидшити схоплювання. Це означає, що відкриття руху по відремонттованих ділянках може відбуватися в період від 30 хвилин до 1 години після закінчення укладання, навіть при більш низьких температурах.

«Мікросюрфейсінг» використовується для: заповнення колій, розширення узбіч, незначного виправлення профілю.

У якості в'язучого для виробництва литих емульсійно-мінеральних сумішей рекомендують використовувати катіонні бітумні емульсії з середньою або повільною швидкістю розпаду і вмістом бітуму 60–65 %. Також можна використовувати модифіковані емульсії.

Перед початком укладання литої емульсійно-мінеральної суміші на зношених покриттях виконується: очищення поверхні від бруду, підґрунтовка катіонною емульсією з концентрацією бітуму 60–65 %, яку розводять водою в співвідношенні 1 : 3 з витратою 0,2–0,4 л/м², укладання суміші розподільником та догляд за шаром.

Підґрунтовка виконується не раніше, ніж за 0,5–2,0 години до початку укладання литої емульсійно-мінеральної суміші.

Догляд за влаштованим шаром виконується з метою забезпечення необхідного часу розпаду бітумної емульсії на мінеральній поверхні і стабілізації структури матеріалу.

Бітумні емульсії та модифіковані бітумні емульсії використовують для влаштування захисних шарів зносу способом поверхневої обробки.

Поверхнева обробка – технологічний процес влаштування на дорожніх покриттях тонких шарів з метою забезпечення шорсткості, водонепроникності, зносостійкості та щільності покриттів.

Поверхневу обробку з використанням емульсій влаштовують на автомобільних дорогах низьких категорій. В залежності від типу та стану покриття поверхневі обробки можуть бути одиночними та подвійними.

Метод поверхневої обробки з використанням бітумної або модифікованої бітумної емульсії полягає в укладанні шарів емульсії і щебеню, що чергуються, з постійним ущільненням котками. Кількість шарів, фракція щебеню і в'язкість самої бітумно-полімерної емульсії визначаються завантаженістю автомобільної дороги, якістю основи і іншими чинниками.

Існує два способи влаштування поверхневої обробки:

- традиційний – з окремим розподіленням матеріалів;
- спосіб з синхронним розподілом в'язучого і щебеню.

Основною відмінністю технології поверхневої обробки з синхронним розподілом є практично одночасний розподіл емульсії та щебеню [5].

При використанні в ролі в'язучого бітумної емульсії, висока якість поверхневої обробки з синхронним розподілом в'язучого і щебеню пояснюється тим, що за короткий проміжок часу розпад емульсії тільки почнеться і емульсія в рідкому стані заповнить усі мікропори щебеню і покриття, відбудеться обволікання кожної щебінки тонким шаром в'язучого і забезпечить можливість ущільнення шару поверхневої обробки.

Метод поверхневої обробки є дуже ефективним, легким в застосуванні і економічним. Швидкий розпад емульсії дозволяє відкривати рух відразу після закінчення робіт.

Висновки. Використання емульсійно-мінеральної технології забезпечує однорідність структури та текстури поверхні покриття, яка має зовнішню схожість з покриттями із гарячих асфальтобетонів, дозволяє підвищити строк служби покриття дорожнього одягу на наступні 3–5 років, покращити його рівність та шорсткість, а також зменшити рівень шуму та покращити естетичний вигляд.

Для забезпечення якісного виконання ремонтних робіт за цією технологією необхідно контролювати властивості бітумних емульсій, а також фізико-механічні властивості бітуму, який утворюється в наслідок розпаду емульсії.

Сьогодні ці технології можуть бути актуальні, особливо в умовах обмеженого фінансування ремонтних робіт на автомобільних дорогах, що призведе до зменшення вартості робіт з влаштування тонкошарових покриттів з гарячих асфальтобетонних сумішей.

Список літератури:

1. Новаковська В.Я. Підвищення теплостійкості та водостійкості бітумного в'язучого для поверхневої обробки модифікацією емульсій водним катіонним латексом : дис. канд. техн. наук : 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми. Харків, 2021. 71 с.
2. Zhdaniuk V., Novakovska V. Estimating the effect of aqueous cationic latex from the class of thermal elastic plastics on the properties of bitumen emulsions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 4 (6 (112)). P. 24–32.
3. Новаковська В. Я.. Дослідження процесу розпаду бітумних та модифікованих бітумних емульсій. *Зб. наукових праць УкрДУЗТ*. 2015. Вип. 157. С. 92–97.

4. Жданюк В. К., Терлецька В. Я., Кривохижа О. М., Микитенко С. М. До питання про застосування емульсій бітумних дорожніх при будівництві та ремонті автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2005. № 6. С. 33–35.
5. ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016. Настанова з влаштування захисних шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг [Чинний від 2017-01-04]. Київ, 2016. 24 с.
6. Солодкий С.Й., Сідун Ю.В., Волліс О.Є. Підбір оптимального складу литої емульсійно-мінеральної суміші за критерієм розпаду. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*. Львів, 2013. № 755. С. 406–410. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2013_755_74 (дата звернення: 21.07.2020).
7. Копинець І.В., Малий Т.С. Порівняльний аналіз вітчизняних та європейських вимог до литих емульсійно-мінеральних сумішей. *Дороги і мости*. Київ. 2020. Випуск 22. С. 114–127.
8. Кіщинський С.В., Гончаренко Ю.Ф., Гнатюк Е.М. Досвід та проблеми влаштування на дорогах України тонкошарових покриттів типу «Сларрі Сіл». *Дороги і мости*. Київ, 2008. Вип. 10. 2013. С. 305–312.
9. СОУ 42.1-37641918-119:2014 Суміші литі емульсійно-мінеральні. Технічні умови. Київ, 2014. 27 с. (Інформація та документація).

Arinushkina N.S., Kostin D.Yu., Hryshchenko T.M., Arinushkina O.O. THE BITUMEN EMULSIONS APPLICATION DURING THE MODERN REPAIR WORKS ON ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS

The article deals with the issue of using bitumen emulsions when performing various types of repair work on asphalt concrete surfaces.

Over the last decade, the traffic intensity and load density have increased significantly due to the increase in the traffic of heavy trucks, road trains and buses. This is the main factor that leads to an increase in the area of destruction and deformations on the road surface.

Asphalt concrete pavements have a number of positive properties and high transport and operational indicators: slow wear under the action of heavy vehicles, relatively high strength and resistance to the influence of climatic factors and water, hygiene, ease of repair with the possibility of reusing the material. The main disadvantages of asphalt concrete coatings are: deformation under the action of loads, high temperature during technological operations, dependence of coating properties on air temperature, reduced shear resistance, etc. In the process of operation, asphalt concrete pavements are often deformed, waves, inflows and cracks appear on them, which reduce their durability.

The results of the examination of the technical condition of asphalt concrete coatings showed that the actual areas of destruction are almost 1.5 times higher than the theoretical ones. It is also necessary to note the significant influence of the quality of the repair technology on the intensity of destruction of road surfaces. Experience shows that the relative area of destruction of repaired coatings is 10–15 times larger than the average relative area of destruction of new asphalt concrete coatings.

Modern conditions for the operation of asphalt concrete surfaces are largely determined by two directions: the first is the increase in the carrying capacity of cars, the increase in the specific weight of heavy trucks in the traffic flow and the possibility of the movement of extra-heavy vehicles, the second is related to the growth traffic intensity, which leads to an increase in the number of repeated loads, which contribute to a decrease in the service life of the coating.

When carrying out repair work, cationic bitumen emulsions are often used, which ensure sufficient adhesion of the binder to the surface of mineral stone materials of acidic and basic nature [1].

The article is devoted to the use of bituminous emulsions in the performance of repair works, which have a number of advantages compared to the use of traditional road bitumens in the corresponding technologies.

Key words: bitumen emulsion, asphalt concrete coating, cast emulsion-mineral mixtures, surface treatment, repair works.